

О. Н. ЕВСЕЕНКО, магистр НТУ “ХПИ” (г. Харьков);
С. М. САВИЦКИЙ, аспирант НТУ “ХПИ” (г. Харьков);

ОПИСАНИЕ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ОБЪЕКТОМ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ С ПОМОЩЬЮ ШИРОТНО- ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ И ПРЕДСКАЗЫВАЮЩЕГО ФИЛЬТРА

Предложен метод управления для тепловых объектов, получены разгонные кривые теплового объекта, рассчитан максимально допустимый период дискретизации переходного процесса по теореме Котельникова, выбрана частота дискретизации, проведён эксперимент по управлению инерционным тепловым объектом.

Ключевые слова: инерционный объект, тепловой объект, объект с распределёнными и сосредоточенными параметрами частота дискретизации, теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона), широтно-импульсная модуляция, предсказывающий фильтр.

Введение. Повышение цен на основные виды тепло- и энергоносителей заставляет отказаться от традиционных способов управления теплоснабжением промышленных, офисных зданий и помещений и перейти к так называемым «интеллектуальным» системам управления.

Стремительное развитие микропроцессорной техники даёт возможности по построению микропроцессорных систем управления подачи тепла в здание или температурной обработки различных изделий по заданному закону.

Анализ литературы. Для тепловых объектов наиболее распространённым видом управляющего воздействия является ступенчатая функция [1], недостатками которой в тепловых системах, особенно с электронагревателями, являются сложность управления нагревателями большой мощности и постоянная работа источника питания.

Предлагается перейти к ШИМ-регулированию с предсказанием, при котором регулирующий элемент работает в ключевом режиме и имеет только два состояния, что существенно упрощает его техническую реализацию, позволяет вырабатывать требуемое количество тепла, снизив энергопотребление и уменьшив общее время работы нагревателя.

Цель исследований заключается в расчёте тепловых коэффициентов, предсказании изменения температуры объекта и практическом подтверждении метода управления тепловыми объектами с распределёнными параметрами с помощью ШИМ-регулирования с применением предсказывающего фильтра [2].

Алгоритм исследований. По переходным характеристикам [3] получены спектры температурных кривых. Далее по теореме отсчётов и с помощью алгоритмов быстрого преобразования Фурье в пакете программ MatLab определены максимальный период и минимальная частота дискретизации теплового процесса. В качестве экспериментальной кривой была выбрана температурная кривая закалки инструментов [4]. По коэффициентам, рассчитанным в [5], получены предсказывающие значения температурной кривой и моменты времени, в которые

необходимо включать нагреватель для подачи импульсов длительностью t_u . Проведён эксперимент по нагреву объекта по заданному закону.

Выводы. Предложен метод управления тепловыми объектами с предсказанием с помощью ШИМ-регулирования.

Разработан аппаратно-программный комплекс для исследования законов управления тепловыми объектами, включающий в себя закон регулирования, программу управления, нагреватель, датчики температуры, контроллер, объект управления. Приведены формулы, описывающие процесс управления тепловым объектом для системы с одним датчиком и одним исполнительным устройством при подаче на него управляющего воздействия в виде ШИМ-сигнала.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что данный метод дал приемлемый результат даже для температурно-нестабилизованных условий. Натурный эксперимент показал, что уменьшением периода дискретизации и увеличением интервала предсказаний можно добиться снижения погрешности.

Список литературы: 1. Солодовников В. В. Теория автоматического управления техническими системами : [учеб. пособие] / В. В. Солодовников, В. Н. Плотников, А. В. Яковлев. – М. : Изд-во МГТУ, 1993. – 492 с. : ил. 2. Спосіб програмного управління тепловим об'єктом з застосуванням широтно-імпульсної модуляції : патент на корисну модель № 81276 Україна : МПК G05D 23/19 (2006.01) / Савицький С. М., Гапон А. І., Качанов П. О., Євсєєнко О. М., Вискребенцев В. О. ; заявник Нац. техн. ун-т «Харк. політехн. ін-т». – № u201300059 ; заявл. 02.01.2013 ; опубл. 25.06.2013, Бюл. № 12. – 4 с. 3. Савицький С. М. Экспериментальные исследования способов управления тепловыми объектами / Савицький С. М., Евсєєнко О. Н., Вискребенцев В. О. // Актуальные проблемы автоматизации и приборостроения Украины : материалы науч.-техн. конф., 24–25 дек. 2012 г. / НТУ «ХПИ». — Харьков, 2012. — С. 9–10. 4. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://lib.znate.ru/pars_docs/refs/215/214361/214361_html_54d0e59b.jpg. — Загл. с экрана. 5. Математическая модель предсказывающего фильтра для системы управления тепловыми объектами / Гапон А. И., Рудакова Н. А., Савицький С. М., Коркин А. М. // Вісник НТУ «ХПІ» : зб. наук. пр. – Х., 2010. – № 20. – С. 27–33.

Надійшла до редколегії 09.11.2013

Запропоновано метод управління для теплових об'єктів, отримані розгінні криві теплового об'єкту, розраховано максимально допустимий період дискретизації перехідного процесу по теоремі Котельникова, обрана частота дискретизації, проведений експеримент з управління інерційним тепловим об'єктом.

Ключові слова: інерційний об'єкт, тепловий об'єкт, об'єкт з розподіленими та зосередженими параметрами, частота дискретизації, теорема Котельникова, широтно-імпульсна модуляція, прогноуючий фільтр.

Proposed a method of control thermal objects, obtained the acceleration curves of an object, calculated the maximum allowable sampling period of transition with the theorem of Kotelnikov, chosen the sampling frequency, conducted experiments for control the temperature of inertial object.

Keywords: inertial object, thermal object, object with distributed and lumped parameters, sampling frequency, the theorem of Kotelnikov (Nyquist-Shannon), pulse-width modulation, predicting filter.